



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Übersetzung der
europäischen Patentschrift**

⑧ **EP 0 468 741 B 1**

⑩ **DE 691 28 667 T 2**

⑤ **Int. Cl.⁶:
G 03 F 9/00**

- ② **Deutsches Aktenzeichen:** 691 28 667.1
⑥ **Europäisches Aktenzeichen:** 91 306 693.2
⑧ **Europäischer Anmeldetag:** 23. 7. 91
⑦ **Erstveröffentlichung durch das EPA:** 29. 1. 92
⑦ **Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA:** 14. 1. 98
④ **Veröffentlichungstag im Patentblatt:** 7. 5. 98

DE 691 28 667 T 2

- ③ **Unionspriorität:**
195337/90 23. 07. 90 JP
- ⑦ **Patentinhaber:**
Canon K.K., Tokio/Tokyo, JP
- ⑦ **Vertreter:**
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München
- ⑧ **Benannte Vertragsstaaten:**
DE, FR, GB, NL

- ⑦ **Erfinder:**
Saitoh, Kenji, c/o CANON K.K., Tokyo, JP

- ⑤ **Positionsbestimmungsmethode**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 691 28 667 T 2

Deutschsprachige Übersetzung der Beschreibung
der europäischen Patentanmeldung Nr. 91 306 693.2-2208
des europäischen Patents Nr. 0 468 741

5 Diese Erfindung bezieht sich auf ein Positionserfassungsverfahren, das beispielsweise geeignet bei einem Belichtungsgerät zur Herstellung von Halbleitermikroschaltungsvorrichtungen verwendbar ist, zum photolithographischen Übertragen eines feinen elektronischen Schaltungsmusters, das auf der Oberfläche eines ersten Objekts (Vorlage) wie beispielsweise einer Maske oder einer Strichplatte (nachfolgend einfach als "Maske" bezeichnet) ausgebildet ist, auf die Oberfläche eines zweiten Objekts (Werkstück) wie beispielsweise einen Wafer, um die Maske und den Wafer relativ zueinander zu positionieren oder auszurichten.

15 Bei Belichtungsgeräten zur Verwendung bei der Herstellung von Halbleitervorrichtungen ist die Präzision der relativen Ausrichtung einer Maske und eines Wafers einer der wichtigsten Faktoren bezüglich der Sicherstellung einer verbesserten Ausbeute. Insbesondere sind zur Ausrichtung von Systemen, die in den jüngsten Belichtungsgeräten eingesetzt werden, Ausrichtungsgenauigkeiten im Submikrometerbereich oder strengere Genauigkeiten unter Berücksichtigung der Forderung eines höheren Integrationsgrades der Halbleitervorrichtungen erforderlich.

25 Bei vielen Arten von Belichtungssystemen sind Merkmale, die "Ausrichtungsmuster" genannt werden, auf einer Maske und einem Wafer vorgesehen und durch Ausnutzung der Lageinformation, die aus diesen Mustern erzielbar ist, werden die Maske und der Wafer ausgerichtet. Bezüglich der Art und Weise, in der die Ausrichtung ausgeführt wird, besteht ein Beispiel, wobei der Betrag der relativen Abweichung dieser Ausrichtungsmuster auf der Grundlage einer Bildverarbeitung erfaßt wird. Ein anderes Verfahren ist in der US 47 04 033 vorgeschlagen, wobei sogenannte Zonenplatten als Ausrichtungsmuster verwendet werden, auf die Licht projiziert wird, und wobei die Menge des Lichts auf einer vorbestimmten Ebene von den beleuchteten Zonenplatten erfaßt wird.

Im allgemeinen ist ein Ausrichtungsverfahren unter Verwendung einer Zonenplatte relativ unempfindlich gegenüber jeglichem Fehler eines Ausrichtungsmusters und stellt daher im Vergleich mit einem Ausrichtungsverfahren, das einfach ein herkömmliches Ausrichtungsmuster verwendet, relativ hohe Ausrichtungsgenauigkeiten sicher.

Fig. 1 ist eine schematische Ansicht eines Ausrichtungssystems in bekannter Art, das Zonenplatten verwendet. Fig. 2 stellt Ausrichtungsmarkierungen einer Maske und eines Wafers dar. Die Maske 18 ist mit vier Ausrichtungsmarkierungen 21 versehen, die jeweils durch eine lineare Zonenplatte ausgebildet sind, und der Wafer 19 ist mit vier Ausrichtungsmarkierungen 22 versehen, die jeweils durch ein Gittermuster ausgebildet sind, das rechteckige Punkte (Gitterelemente) hat, die in einer Reihe mit einem gleichmäßigen Abstand angeordnet sind. In jeder linearen Zonenplatte 21 ist die Richtung, in der die lineare Zonenplatte eine lichtkonvergierende oder -divergierende Funktion hat (d.h. eine Beugungskraft), die Richtung, bezüglich der jeglicher Lagefehler zu erfassen ist. Nachfolgend wird eine derartige Richtung auch als "Lageabweichungserfassungsrichtung" oder "Ausrichtungserfassungsrichtung" bezeichnet. Ein Lichtstrahl B1, der von einer Lichtquelle S projiziert wird, wird über einen Spiegel 17 auf die Zonenplatte 21 entlang einer Ebene, die eine Normale Z zur Mitte der Zonenplatte enthält und senkrecht zu der Lageabweichungserfassungsrichtung ist, schräg unter einem vorbestimmten Winkel Φ bezüglich der Normalen (z-Achse) eingebracht. Durch diese Zonenplatte 21 wird das Licht rechtwinklig auf die Waferoberfläche konvergiert. Dann wird das Licht durch ein entsprechendes Gittermuster 22 gebeugt, so daß es von dem Wafer entlang einer Ebene (Einfallsebene), die eine Normale und die Bahn des Strahls B1 enthält, unter einem Winkel austritt, der durch den Abstand des Gittermusters 22 bestimmt ist. Somit tritt das Licht von dem Wafer als ein Signallicht B2 aus, das, nachdem es durch den Spiegel 17 reflektiert worden ist, auf einen Photodetektor D auftrifft.

Der Abstand zwischen der Maske 18 und dem Wafer 19 ist in der Zeichnung in einem vergrößerten Maßstab dargestellt. Tatsächlich sind die Maske 18 und der Wafer 19 sehr nahe aneinander mit einem Spalt der Größenordnung von 100 Mikrometer angeordnet. Wenn
5 die Maske 18 und der Wafer 19 eine relative Lageabweichung haben, verändert sich die Menge des Signallichts B2, die durch Beugung aufgrund des Gittermusters 22 erzeugt wird. Dies ruft eine Veränderung der Menge des Lichts hervor, das durch den Photodetektor D aufgenommen wird. Sobald eine derartige Veränderung
10 erfaßt wird, ist es möglich, die Lageabweichung zwischen der Maske 18 und dem Wafer 19 unter Verwendung einer nicht gezeigten Regeleinrichtung zu korrigieren. Wenn beispielsweise die Zonenplatte 21 und das Gittermuster 22 so gestaltet sind, daß die Mitte des linear fokussierten Lichtflecks, der auf der Oberfläche
15 des Wafers 19 durch die Zonenplatte 21 der Maske ausgebildet wird, mit der Mitte des Gittermusters 22 des Wafers 19 bezüglich der Lageabweichungserfassungsrichtung ausgerichtet ist, wenn die Maske 18 und der Wafer 19 in korrekter Ausrichtung zueinander
20 gesetzt sind, kann dann bezüglich der korrekten Ausrichtung der Maske und des Wafers eine Unterscheidung getroffen werden, weil die Menge des durch den Photodetektor D aufgenommenen Lichts maximal wird. Zur Ausrichtung wird nämlich der Wafer 19 in der Lageabweichungserfassungsrichtung versetzt, bis die Menge des durch den Photodetektor aufgenommenen Lichts maximal wird.

25

Bei diesem dargestellten Beispiel ist jedoch jede Zonenplatte 21 oder jedes Gittermuster so eingerichtet, so daß sich die Kante seines äußeren Umfangsteils im wesentlichen senkrecht zu dem darauf auftreffenden Licht erstreckt. Außerdem verwendet die Erfassung des Signallichts B2 die Lichtbahn in der Nähe der Ebene
30 des Einfalls. Dies führt zu einem Problem einer starken Wahrscheinlichkeit, daß regulär reflektiertes gestreutes Licht, das durch eine derartige Kante erzeugt wird und eine hohe Intensität hat, in die Lichtaufnahme fläche des Photodetektors als starkes
35 Rauschlicht eintritt.

Hier bedeutet das regulär reflektierte gestreute Licht ein derart gestreutes Licht, das durch die Kante eines Musters erzeugt

- wird und eine Verteilung von Strahlen hat, die um einen reflektierten Strahl verteilt sind, der durch die Reflexion gemäß dem Reflexionsgesetz von einem Hauptstrahl eines Strahls erzeugt wird, der auf die Reflexionsfläche der Kante eingebracht wird.
- 5 Die Kante eines Musters kann als eine zylindrische Reflexionsfläche mit einem infinitesimalen kleinen Radius und mit einer Erzeugungslinie angesehen werden, die sich parallel zur Längserstreckungsrichtung der Kante erstreckt.
- 10 Insbesondere hat bei einer in einem Röntgenstrahlungsbelichtungsgerät zu verwendenden Maske das Maskenmuster eine große Dicke, so daß das regulär reflektierte gestreute Licht stark ist.
- 15 Die Figuren 3A - 3C stellen eine Kante 12 eines Ausrichtungsmusters und einen Teil um die Lichtaufnahmefläche 14 des Photodetektors D dar, wobei die Fig. 3A eine Vorderansicht, die Fig. 3B eine Draufsicht und die Fig. 3C eine Seitenschnittansicht ist.
- 20 Wenn in den Figuren 3A - 3C ein Lichtstrahl B1 auf den Kantenabschnitt 12 des Musters auftrifft, wird gestreutes Licht 13 an diesem Kantenabschnitt 12 erzeugt. Hier wird nahezu das gesamte gestreute Licht 13 innerhalb eines Bereichs um die und nahe an der Richtung der Ausbreitung eines regulär reflektierten Lichts
- 25 13' erzeugt, das durch die reguläre Reflexion des Hauptstrahls des Eingangslichts B1 durch die Kante 12 erzeugt wird, wie in Fig. 3B zu sehen ist. In den Figuren 3B und 3C stellt eine unterbrochenen Linie die Intensitätsverteilung der Strahlen des gestreuten Lichts 13 mit unterschiedlichen Winkeln dar. Fig. 3A
- 30 stellt die Verteilung des regulär reflektierten gestreuten Lichts 13' in der Ebene des Einfalls dar. Es ist zu sehen, daß stark gestreutes Licht auf den mittleren Teil der Lichtaufnahmefläche 14 des Photodetektors einfällt. Der Einfall eines derartigen regulär reflektierten gestreuten Lichts verhindert eine
- 35 Verbesserung der Präzision zur Erfassung der Position eines Artikels wie beispielsweise einer Maske oder eines Wafers.

Entsprechend ist es eine Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Positionserfassungsverfahren zu schaffen, mit dem die Position eines zu untersuchenden Artikels mit einer verbesserten Korrektheit und Präzision erfaßt werden kann.

5

Gemäß einem Gesichtspunkt sieht die vorliegende Erfindung ein Positionserfassungsverfahren mit den folgenden Schritten vor: Projizieren eines Strahlungsstrahls auf ein Gittermuster auf einem Substrat, wobei ein Beugungsstrahl durch das Gittermuster erzeugt wird und ein reflektierend gestreuter Strahl von einer Kante eines Umfangsabschnitts des Gittermusters oder einer Kante eines Umfangsabschnitts eines an das Gittermuster angrenzenden anderen Musters erzeugt wird, Empfangen des Beugungsstrahls unter Verwendung eines Sensorfeldes und Bestimmen der Position des Substrats auf der Grundlage eines Signals von dem Sensorfeld, dadurch gekennzeichnet, daß:

der Beugungsstrahl und der reflektierend gestreute Strahl unter einem Winkel zueinander erzeugt werden und auf das Sensorfeld im wesentlichen getrennt voneinander auftreffen;

wobei ein durch das Sensorfeld erzeugtes Signal verarbeitet wird, um ein spezielles Bildelement zu bestimmen, innerhalb eines Bereichs, auf den der reflektierend gestreute Strahl einfällt, wobei das Element einen stärksten Ausgang vorsieht, und um die Ausgänge derjenigen Bildelemente auszuschließen, die innerhalb eines vorbestimmten Bereichs um das spezielle Bildelement liegen; und

wobei die Position des Substrats auf der Grundlage des durch die Bildelemente außerhalb des vorbestimmten Bereichs erzeugten Signals bestimmt wird.

30

Gemäß einem zweiten Gesichtspunkt sieht die vorliegende Erfindung ein Positionserfassungsgerät mit folgendem vor: einer Projektionseinrichtung zum Projizieren eines Strahlungsstrahls auf ein Gittermuster auf einem Substrat, wodurch ein Beugungsstrahl aus dem Gittermuster erzeugt wird, und wobei ein reflektierend gestreuter Strahl durch eine Kante eines Umfangsabschnitts des Gittermusters oder eine Kante eines Umfangsab-

35

schnitts eines an das Gittermuster angrenzenden anderen Musters erzeugt wird;

einem Sensorfeld zum Empfangen des Beugungsstrahls; und einer Verarbeitungseinrichtung zum Bestimmen der Position des Substrats auf der Grundlage eines Signals von dem Sensorfeld (1);

dadurch gekennzeichnet, daß

der Beugungsstrahl und der reflektierend gestreute Strahl unter einem Winkel zueinander erzeugt werden und auf das Sensorfeld im wesentlichen getrennt voneinander auftreffen; und wobei die Verarbeitungseinrichtung dazu betrieben wird, um ein spezielles Bildelement des Sensorfelds innerhalb eines Bereichs zu bestimmen, auf den der reflektierend gestreute Strahl einfällt, wobei das Element einen stärksten Ausgang vorsieht, um Ausgänge derjenigen Bildelemente auszuschließen, die innerhalb eines vorbestimmten Bereichs um das spezielle Bildelement sind und um die Position des Substrats auf der Grundlage des Signals zu bestimmen, das durch Bildelemente außerhalb des vorbestimmten Bereichs erzeugt wird.

20

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

25

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch ein Positionserfassungssystem einer bekannten Art zeigt.

30

Fig. 2 ist eine schematische Ansicht, die eine Maskenausrichtungsmarkierung und eine Waferausrichtungsmarkierung zeigt, die bei dem System der Fig. 1 verwendet werden.

Die Figuren 3A - 3C sind jeweils schematische Wiedergaben, um die Erzeugung eines regulär reflektierten gestreuten Lichts zu erläutern.

35

Die Figuren 4A - 4C zeigen ein erstes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel, wobei Fig. 4A eine perspektivische Ansicht eines Positionserfassungssystems gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist, Fig. 4B eine vergrößerte Draufsicht einer Mas-

kenmarkierung ist und Fig. 4C eine vergrößerte Draufsicht einer Wafermarkierung ist.

Die Figuren 5A - 5C stellen regulär gestreutes Licht bei dem ersten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel dar, wobei Fig. 5A eine Vorderansicht des Detektors ist, Fig. 5B eine Draufsicht ist, die den Detektor und eine Kante einer Maskenmarkierung zeigt, und Fig. 5C eine Seitenschnittansicht der Maskenmarkierung ist.

Fig. 6 ist eine schematische Ansicht zur Erläuterung der Bereichseinrichtung eines Sensorfelds zur Erfassung eines Signallichts und eines regulär reflektierten Lichts.

Fig. 7 ist ein Flußdiagramm, das die Ausrichtungsprozedur bei diesem Ausführungsbeispiel der Fig. 4A zeigt.

Fig. 8 ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch ein Positionserfassungssystem gemäß einem anderen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel zeigt.

Die Figuren 9A - 9E zeigen ein Positionserfassungssystem gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 9A eine Draufsicht ist, die eine Maske und einen Detektor zeigt, Fig. 9B eine Draufsicht ist, die eine Maskenmarkierung zeigt, Fig. 9C eine Seitenansicht ist, die eine Maskenmarkierung und ein Beugungslicht zeigt, Fig. 9D eine Draufsicht ist, die eine Maskenmarkierung und ein reflektierendes Beugungslicht zeigt, und Fig. 9E eine Seitenschnittansicht ist, die eine Wafermarkierung und ein reflektierendes Beugungslicht zeigt.

Fig. 10 ist eine schematische Ansicht zur Erläuterung der Beziehung eines Beugungslichts und eines reflektierend gestreuten Lichts auf eine Erfassungszone auf einem Sensorfeld bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 9A.

Fig. 11 ist ein Flußdiagramm, das die Prozedur zur Bestimmung der Schwerpunktmittenposition bei dem in den Figuren 8 oder 9A gezeigten Ausführungsbeispiels zeigt.

- 5 Die Fig. 4A - 4C stellen ein erstes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel dar, wobei Fig. 4A eine perspektivische Ansicht eines Hauptteils dieses Ausführungsbeispiels ist, und wobei die Figuren 4B und 4C vergrößerte Draufsichten auf Markierungen (121 und 22) sind, die jeweils auf einer Maske (erstes Objekt) 18 und
- 10 einem Wafer (zweites Objekt) 19 zur Positionserfassung vorgesehen sind. Jede Markierung 121 weist eine lineare Zonenplatte auf, während jede Markierung 22 ein lineares Gittermuster aufweist, das durch ein Feld rechtwinkliger Muster vorgesehen ist.
- 15 Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem Positionserfassungssystem des Beispiels der Fig. 1 in dem Punkt der Form jeder Markierung auf der Oberfläche der Maske 18 und der Anordnung des Detektors sowie der Art und Weise, in der das Signal verarbeitet wird. Der Aufbau des verbleibenden Abschnitts
- 20 ist im wesentlichen gleich wie der des Beispiels der Fig. 1.

Genauer gesagt, wird bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Licht B_1 , das von einer Lichtquelle S projiziert wird, durch einen Spiegel 17 reflektiert und fällt dann auf eine Zonenplatte

25 121 innerhalb einer Ebene (Einfallsebene) (y-z-Ebene), die eine Normale (z-Achse) zur Mitte der Markierung 121 enthält und senkrecht zur Lageabweichungserfassungsrichtung (x-Achse) ist, unter einem vorbestimmten Winkel Φ bezüglich der Normalen (z-Achse) zur Mitte der Zonenplatte ein. Unter dem Einfluß der optischen

30 Brechkraft der Zonenplatte 121 wird das aufgenommene Licht linear auf die Oberfläche des Wafers 19 konvergiert, um einen linearen Strahl zu schaffen. Dieser lineare Strahl wird durch ein lineares Gittermuster 22 auf der Oberfläche des Wafers 19 gebeugt und tritt in der Einfallsebene (y-z-Ebene) als ein Signallicht B_2

35 mit einem vorbestimmten Winkel aus, der sich von dem Winkel Φ unterscheidet und durch den Abstand des Musters 22 bestimmt ist. Er wird dann durch den Spiegel 17 reflektiert und durch einen Detektor 1 aufgenommen, der ein Sensorfeld aufweist.

Wenn der Wafer 19 in der Richtung der Ausrichtung (x-Richtung) bezüglich der Maske 18 gegenüber einer vorbestimmten Position abweicht, verändert sich die Lichtmenge des durch das Muster 22 auf der Oberfläche des Wafers 19 gebeugten Lichts B_1 in Übereinstimmung mit dem Betrag der Abweichung. Folglich verändert sich die Lichtmenge des Signallichts B_2 , das durch den Detektor 1 aufgenommen wird, entsprechend. Durch Erfassen dieser Lichtmenge kann somit die Lageabweichung des Wafers 19 gegenüber der Maske 18 erfaßt werden und geregelt durch eine Regeleinrichtung 100 korrigiert werden, die eine Verarbeitungsschaltung 101 und ein Antriebssystem 102 umfaßt. Hier sind die Markierungen 121 und 22 so gestaltet, daß, wenn die Maske 18 und der Wafer 19 korrekt zueinander ausgerichtet sind, die Mittellinie des linearen Strahls auf die Oberfläche des Wafers 19 mit der Mittellinie des Musters 22 zusammenfällt, so daß eine Unterscheidung für eine "Nulllagenabweichung", d.h. eine "korrekte Ausrichtung", durch die Verarbeitungsschaltung getroffen werden kann, wenn die Lichtmenge maximal ist, die durch den Detektor 1 aufgenommen wird. Der Wafer 19 wird nämlich durch das Antriebssystem 102 in der Lageabweichungserfassungsrichtung so versetzt, daß sich die Lichtmenge des Signallichts B_2 auf ihren höchsten Wert verändert, wodurch die Ausrichtung der Maske 18 und des Wafers 19 erzielt werden kann.

25

Bei diesem Ausführungsbeispiel hat jedes Muster der Zonenplatten 121, wie am besten in Fig. 4B zu sehen ist, seine Enden 12 schräg und symmetrisch zur Mittellinie 21a der Zonenplatte 121 abgeschnitten. Wie beschrieben ist, fällt der auf die Zonenplatte 121 auftreffende Eingangslichtstrahl darauf unter einem Winkel Φ bezüglich der Normalen der Oberfläche der Maske 18 innerhalb einer Ebene (Einfallsebene) (y-z-Ebene) ein, die die Normale zur Maskenoberfläche enthält und senkrecht zur Lageabweichungserfassungsrichtung (x-Richtung) ist. Der Detektor 1 empfängt das Beugungslicht B_1 , das zu diesem entlang der Einfallsebene (y-z-Ebene) des Eingangslichtstrahls B_1 zur Eingangslichtstrahlseite der Normalen kommt. Da die Enden 121 schräg abgeschnitten sind, wie in Fig. 4B gezeigt ist (in diesem Beispiel

mit einem Winkel von $3,5^\circ$ zur Lageabweichungserfassungsrichtung), breitet sich das regulär reflektierte gestreute Licht von jedem Ende (jeder Kante) 12 nicht entlang der Einfallsebene (in der die Bahnen des Eingangsstrahls B_1 und des Signallichts B_2 umfaßt sind) mit der Ausnahme der Richtung der Normalen aus.

Folglich trifft um die Mitte des Detektors 1, der so angeordnet ist, daß er das Beugungslicht (Signallicht) B_2 aufnimmt, das entlang der Einfallsebene (nicht in der Richtung der Normalen) ankommt, das regulär reflektierte gestreute Licht nicht darauf auf. Statt dessen trifft es auf einen Umfangsabschnitt des Detektors 1. Somit werden das Signallicht B_2 und das regulär reflektierte gestreute Licht sicher voneinander auf der Oberfläche des Detektors 1 getrennt.

Die Figuren 5A - 5C stellen ein von einer Kante 12 (Fig. 4B) einer Markierung 121 regulär reflektiertes gestreutes Licht 13' dar, wobei die Figur 5A eine Vorderansicht des Detektors 1 ist, die Fig. 5B eine Draufsicht ist, die einen Abschnitt der Markierung 121 angrenzend an den Detektor 1 zeigt, und die Fig. 5C eine Seitenschnittansicht der Kante der Markierung 121 ist. In den Figuren 5B und 5C ist die Kante 12 der Markierung 121 in einem vergrößerten Maßstab gezeigt.

Wenn die Projektion auf die x-y-Ebene der Markierung 121 derart ist, wie sie in Fig. 5B gezeigt ist, wird das Licht B_1 , das schräg auf die Kante 12 der Markierung 121 mit einem Winkel θ ($3,5^\circ$ bei diesem Ausführungsbeispiel) bezüglich der Normalen der x-y-Ebene der Kante 12 auftrifft, in der Richtung einer regulären Reflexion reflektiert, die mit 13b bezeichnet ist, die denselben oder symmetrischen Winkel θ bezüglich der Normalen hat, um dadurch ein regulär reflektiertes gestreutes Licht 13 vorzusehen, das eine wesentliche Intensität hat. Wenn ein derart regulär reflektiertes gestreutes Licht 13 ausgedrückt in der Projektion auf die Einfallsebene (y-z-Ebene) angesehen wird, wie in Fig. 5C gezeigt ist, ist zu sehen, daß das gestreute Licht 13 aus Lichtstrahlen besteht, die durch die Kante 12 in unbeschränkt viele Richtungen gestreut werden. Auf die Erfassungs-

fläche (Lichtaufnahme­fläche) des Detektors 1 trifft das regulär reflektierte gestreute Licht 13 in der Form eines linearen Strahls auf, wie in Fig. 5A gezeigt ist.

- 5 Der Detektor 1 kann einen eindimensionalen Sensor in ladungsgekoppelter Bauweise (wie beispielsweise einen ladungsgekoppelten linearen Sensor) beispielsweise mit Bildelementen in einer Anzahl von 2048 mit einer Bildelementgröße von 13 (quer) x 130 (längs) (Mikrometer) haben, der dazu angepaßt ist, eine photoelektrische Umwandlung auszuführen. Die elektrischen Ladungen, die durch die photoelektrische Umwandlung durch die Bildelemente 10 akkumuliert werden, werden von den Bildelementen in ein Verschieberegister und dann durch eine Ladungserfassungseinrichtung übertragen. Nach dem Durchtritt durch einen Ausgangsverstärker, 15 der ein Quellenfolgeglied aufweist, werden sie von dem Sensor ausgegeben und die den Bildelementen des Detektors 1 entsprechenden Lichtintensitäten werden in einem Wellenformspeicher der Verarbeitungsschaltung 101 abgespeichert. Nach einer Analog-Digital-Umwandlung, werden die Daten zu einem Mikrocomputer der 20 Verarbeitungsschaltung 101 übertragen. In dem Mikrocomputer werden die Daten mit "256 Abstufungen", die den durch die Bildelemente des Detektors 1 aufgenommenen Lichtmengen entsprechen, in der Weise verarbeitet, die nachstehend beschrieben wird.
- 25 Zuerst wird die Erfassungsfläche (Lichtaufnahme­fläche) des Detektors 1 in mehrere Bereiche aufgeteilt, nämlich in einen ersten Bereich (Signallichterfassungsbereich) um das Signallicht B₂ zu erfassen, das eine Lageinformation trägt, die sich auf die Relativposition des Wafers 19 gegenüber der Maske 19 bezieht, 30 und einen zweiten Bereich (Erfassungsbereich für regulär reflektiertes gestreutes Licht), um ein Rauschlicht zu erfassen, das aus dem regulär reflektierten gestreuten Licht besteht. Dies ist in Fig. 6 dargestellt, die eine schematische Ansicht der Erfassungsfläche des Detektors 1 des vorliegenden Ausführungsbeispiel 35 ist. In der Zeichnung ist mit 1a ein Signallichterfassungsbereich bezeichnet und mit 1b ist ein Erfassungsbereich für regulär reflektiertes gestreutes Licht bezeichnet. Da bei diesem Ausführungsbeispiel jedes Ende (jede Kante) 12 der Markierungs-

muster schräg und symmetrisch bezüglich der Mittellinie 21a abgeschnitten worden ist, besteht eine Möglichkeit, daß ein Paar regulär reflektierter gestreuter Lichtstrahlen 13', die durch die Kanten von oberen und unteren Mustern erzeugt worden sind, oberhalb und unterhalb der Mittellinie 1a auf die Erfassungsfläche des Detektors 1 auftreffen. Aus Gründen der Einfachheit wird hier nur ein regulär reflektierter gestreuter Lichtstrahl 13' der Zeichnung dargestellt.

10 In Fig. 6 ist die Bereichseinrichtung auf eine Vorhersage eines derartigen Bildelementbereichs der Erfassungsfläche des Detektors 1 gestützt, auf den ein regulär reflektiertes gestreutes Licht 13' mit einer starken Intensität einfällt. Die Vorhersage kann auf der Grundlage der Anordnung der Markierung 121 sowie
15 auf der Grundlage der Anordnung der Komponenten des Systems gemacht werden. Die Bereichseinrichtung der Erfassungsfläche des Detektors 1 kann jedoch auf der Grundlage einer Intensitätsverteilung des erfaßten Lichts selbst gemacht werden. Beispielsweise kann zuerst der Erfassungsbereich für regulär reflektiertes
20 Licht grob bestimmt werden, wobei dann ein derartiges Bildelement, das einen maximalen Wert zeigt, aus den Bildelementen in dem Bereich bestimmt werden kann, der einen gewissen Wert zeigt, der nicht geringer als ein vorbestimmter Wert ist. Dann kann um diese bestimmte Position (um das bestimmte Bildelement) ein vorbestimmter Bildelementbereich $\pm m$ (wobei m in geeigneter Weise in
25 Übereinstimmung mit der Gestaltung bestimmt werden kann) als der Erfassungsbereich 1b zum Erfassen des regulär reflektierten gestreuten Lichts definiert werden kann. Der verbleibende Bereich kann als der Signallichterfassungsbereich 1a bestimmt werden.

30 Als nächstes führt ohne Verwendung der Bildelementdaten, die dem Bereich 1b entsprechen, der Mikrocomputer der Verarbeitungsschaltung 101 eine Integration der Bildelemente aus, die dem Signallichterfassungsbereich 1a entsprechen. Bei dieser Integration
35 on kann eine Gewichtung gestützt auf die Position jedes Bildelements gemacht werden. Danach wird wie bei dem Beispiel der Fig. 1 der Wafer 19 oder die Maske 18 durch das Antriebssystem 102 entlang der Lageabweichungserfassungsrichtung (x-Richtung) be-

wegt, bis die Menge des Signallichts maximal wird. Dadurch wird die Ausrichtung von Maske zu Wafer abgeschlossen. Anschließend werden die Maske und der Wafer beispielsweise mit Licht belichtet, wodurch das Schaltungsmuster der Maske auf den Wafer gedruckt wird, um Halbleiterchips herzustellen.

Fig. 7 ist ein Flußdiagramm, das die Ausrichtungsprozedur gemäß diesem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel zeigt.

Fig. 8 ist eine schematische Ansicht eines Hauptteils eines zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird ein von einer Lichtquelle 23 ausgehendes Licht durch ein Lichtprojektionslinsensystem 24 gesammelt und nach einer Reflexion durch einen Reflexionsspiegel 25 schräg auf ein erstes physikalisches optisches Element (wie beispielsweise eine Gitterlinse) 221 projiziert, das beispielsweise eine Zonenplatte in Amplitudenbauweise oder Phasenbauweise aufweist und auf einer Maske (erstes Objekt) 18 vorgesehen ist, sowie eine rechtwinklige Umfangsform hat.

Das erste physikalische optische Element 221 hat eine optische Brechkraft und eine Licht konvergierende Funktion, wobei das ausgesendete Beugungslicht an einem von dem ersten physikalischen optischen Element um einen vorbestimmten Abstand entfernten Punkt konvergiert wird. Dann fällt dieses Beugungslicht auf ein zweites physikalisches optisches Element (wie beispielsweise eine Gitterlinse) 222, die beispielsweise eine Zonenplatte in Phasenbauweise oder Amplitudenbauweise aufweist und auf einem Wafer (zweites Objekt) 19 vorgesehen ist, der um einen vorbestimmten Abstand von der Maske 18 angeordnet ist.

Das zweite physikalische optische Element 222 hat eine Licht konvergierende Funktion wie die des ersten physikalischen optischen Elements 221 oder eine Licht divergierende Funktion. Das durch das zweite physikalische optische Element 222 ausgesendete Licht (d.h. das Beugungslicht, das durch das Element 222 wieder gebeugt wurde) tritt durch das erste physikalische optische Ele-

ment 221 und wird durch eine Sammellinse 26 auf die Erfassungsfläche eines Detektors 1 konvergiert, der ein Sensorfeld aufweist.

- 5 Bei diesem Ausführungsbeispiel wird nämlich das Beugungsbild des ersten physikalischen optischen Elements 221 in einem vergrößerten Maßstab durch das zweite physikalische optische Element 222 abgebildet. In Übereinstimmung mit irgendeiner Relativlageabweichung $\Delta\sigma$ oder Maske (des ersten Objekts) 18 und des Wafers (des
- 10 zweiten Objekts) 19 in der x-Richtung, wird dort eine Versatz $\Delta\delta$ der Schwerpunktmittenposition des auf die Erfassungsfläche des Detektors 1 einfallenden Lichts in der Richtung des Felds seiner Sensoren erzeugt.
- 15 Dies liegt darin, daß, weil sich der Punkt der Konvergenz des Lichts durch das erste physikalische optische Element (wobei der Punkt ein Objektpunkt ist) gegenüber dem zweiten physikalischen optischen Element 222 versetzt, sich der Punkt der Konvergenz des ausgesendeten Lichts auf die Erfassungsfläche des Detektors
- 20 1 (, die das Bild des vorstehend erwähnten Punkts der Konvergenz) auch versetzt. Die Menge $\Delta\delta$ des Versatzes der Schwerpunktmittenposition des Lichts auf der Erfassungsfläche ist im wesentlichen proportional zur Relativlageabweichung $\Delta\sigma$ zwischen dem ersten und zweiten Objekt. Eine derartige proportionale Be-
- 25 ziehung kann vorab erfaßt werden. Auch auf der Grundlage eines Versuchsdrucks kann nach dem Einrichten der Maske 18 beispielsweise eine derartige Schwerpunktmittenposition des auf die Erfassungsfläche auftreffenden Lichts als eine Bezugsposition bestimmt werden, wenn angenommen wird, daß die Maske 18 und der
- 30 Wafer 19 keine Relativlageabweichung haben. Dann kann während eines tatsächlichen Lageabweichungserfassungsvorgangs ein Versatz $\Delta\delta$ der Schwerpunktmittenlage des aufgenommenen Lichts von der Bezugsposition in der Richtung des Felds der Sensoren durch die Verarbeitungsschaltung 101 erfaßt werden. Somit kann aus der
- 35 vorstehend erwähnten proportionalen Beziehung die Lageabweichung $\Delta\sigma$ des Wafers 19 bezüglich der Maske 18 bestimmt werden. Eine Antriebseinrichtung 102 bewegt dann den Wafer 19, um die erfaßte Lageabweichung zu korrigieren, wodurch die Ausrichtung von Maske

zu Wafer erreicht wird. Danach werden die Maske und der Wafer mit Licht oder dergleichen belichtet, wodurch ein Schaltungsmuster der Maske auf den Wafer gedruckt wird, um Halbleiterchips herzustellen.

5

Hier steht der Ausdruck "Schwerpunktmitte des Lichts" für einen derartigen Punkt, in dem, wenn der Positionsvektor auf der Lichterfassungsfläche von jedem Punkt auf dieser Fläche mit der Lichtintensität dieses Punktes multipliziert wird und die so erhaltenen Produkte über den gesamten Abschnitt integriert werden, der Integralwert einen "Nullvektor" hat.

10

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird, wie dargestellt ist, der Versatz $\Delta\delta$ der Schwerpunktmittenposition auf der Erfassungsfläche des durch das Licht 27 vorgesehenen Lichts (Beugungslicht) erfaßt und auf der Grundlage davon wird die Relativlageabweichung $\Delta\sigma$ der Maske (des ersten Objekts) 18 und des Wafer (des zweiten Objekts) 19 erfaßt. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel ist jede Kante der die Markierungen 221 und 222 ausbildenden Muster schräg abgeschnitten, wie bei dem vorangehenden Ausführungsbeispiel, und es ist aus diesen Kanten der Markierungsmuster sichergestellt, daß das Beugungslicht 21 auf der Oberfläche des Detektors von dem regulär reflektierten gestreuten Licht getrennt ist. Somit kann der Versatz $\Delta\delta$ mit einer Auswahl des Beugungslichts 27 in derselben Weise wie bei dem vorangehenden Ausführungsbeispiel erfaßt werden.

20

25

Als nächstes wird auf die Figuren 9A - 9E und 10 Bezug genommen und ein weiteres, erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel wird erläutert. Der grundlegende Ausrichtungsaufbau dieses Ausführungsbeispiels ist im wesentlichen gleich wie der des in Fig. 8 gezeigten Ausführungsbeispiels.

30

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird ein besonderer Augenmerk darauf gerichtet, daß in der Nachbarschaft einer Positionserfassungsmarkierung 221 auf einer Maske 18 oder einem Wafer 19 ein Muster (wie beispielsweise ein Schaltungsmuster) getrennt von der Markierung 221 vorhanden ist, und daß ein regulär reflek-

35

tiertes gestreutes Licht von einer Kante dieses Musters einen negativen Einfluß hat.

Bei diesem Ausführungsbeispiel hat ein projizierter Lichtstrahl
5 11a eine wesentliche Aufweitung auf der Oberfläche der Maske 18
und fällt auf einen Bereich 30 um die Markierung 221 auf. Hier
wird von den von der Kante gestreuten Lichtstrahlen 13a' - 13c',
die von dem Schaltungsmuster 29 erzeugt werden, der Lichtstrahl
13c' durch den Detektor 1 aufgenommen. Das Ausgangssignal des
10 Detektors, das dem Lichtstrahl 13c' entspricht, wird durch eine
Signalverarbeitungsschaltung wie beispielsweise die bei 101, die
in Fig. 8 gezeigt ist, geeignet verarbeitet.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist, wie in Fig. 9A dargestellt
15 ist, die die Bahn in der Projektion auf die Oberfläche der Maske
18 (x-y-Ebene) zeigt, die Bahn für das Licht 11a, das von einem
Lichtprojektionssystem (Fig. 8) zu projizieren ist, so einge-
richtet, daß sie senkrecht zu der Richtung einer Gravurlinie 20M
des Schaltungsmuster 20 auf der Maske 18 ist. Die optischen Kom-
20 ponenten sind auch so gesetzt, daß, während die regulär reflek-
tierten gestreuten Lichtstrahlen 13a' - 13c' von den geraden
Kanten des Schaltungsmusters 29, die zur Richtung der Gravurli-
nie 20M parallel sind, entlang der Richtung der Lichtprojektion
zurückverlaufen, wie durch die unterbrochenen Linien dargestellt
25 ist, wobei die Achse der Lichtaufnahme des Detektors 1 um einen
Winkel θ bezüglich der Richtung des Einfalls des Lichts geneigt
ist, und daß der Strom der regulär reflektierten gestreuten
Lichtstrahlen 13a' - 13c' von den Kanten in einer Richtung ver-
läuft, die sich von der Richtung der Aussendung des Beugungs-
30 lights 27 von den Markierungen 221 und 222 unterscheidet. Dies
stellt sicher, daß das Beugungslicht 27 von dem regulär reflek-
tierten gestreuten Lichtstrahl 13c' auf der Oberfläche des De-
tektors 1 getrennt ist.

35 In diesem Fall sind die regulär reflektierten Lichtstrahlen 13a'
- 13c', die durch das Schaltungsmuster 29 erzeugt werden, in
Richtungen um 360° um jeden geraden Abschnitt der Kanten ge-
streut. Somit werden sie in einem Bereich von ungefähr der Brei-

te des Bereichs 30 gestreut, der durch den projizierten Lichtstrahl 11a definiert ist, und sie weiten sich in den gesamten Bereich auf, der schichtweise zwischen den Lichtstrahlen 13b' und 13c' liegt.

5

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Bahn der Lichtprojektion und Lichtaufnahme so eingerichtet, wie es in den Figuren 9B - 9E dargestellt ist. Die Figuren 9B und 9D entsprechen jeweils der x-y-Ebene und die Figuren 9C und 9E entsprechen jeweils der y-z-Ebene. Die Figur 9B zeigt eine Ausrichtungsmarkierung 221 der Maske 18 und ist so gestaltet, daß der projizierte Lichtstrahl 11a gerade nach unten mit einer Konvergenz abgelenkt wird, wie in den Figuren 9B und 9C gezeigt ist. Die Fig. 9D zeigt eine Ausrichtungsmarkierung 222 des Wafers 19 und ist so gestaltet, daß das Beugungslicht 27 mit einer Divergenz abgelenkt wird, wie in den Figuren 9D und 9E gezeigt ist.

Fig. 10 ist eine schematische Ansicht zur Erläuterung des Signallichts 27 und des von der Kante gestreuten Lichts 13c' auf die Oberfläche des Detektors 1 des vorliegenden Ausführungsbeispiels.

Wie beim ersten Ausführungsbeispiel weist der Detektor 1 einen eindimensionalen Sensor in ladungsgekoppelter Bauweise (wie beispielsweise einen ladungsgekoppelten linearen Sensor) mit einer photoelektrischen Umwandlungsfunktion auf, der Bildelemente in einer Anzahl 2048 mit einer Bildelementgröße von 13 (quer) x 130 (längs) (Mikrometer) hat.

Bei diesem Ausführungsbeispiel versetzt sich die Schwerpunktmittenposition auf der Oberfläche des Detektors 1 des Signallichts 27, das von der Markierung (dem physikalischen optischen Element) 221 austritt und eine Lageinformation trägt, von einer Position 27a zu einer Position 27b in Übereinstimmung mit der Relativlageabweichung zwischen der Maske 18 und dem Wafer 19. Die Bezugsposition, die der Erzielung einer korrekten Ausrichtung der Maske und des Wafers entspricht, ist an einer mittleren Position zwischen den Positionen 27a und 27b. Andererseits fällt

das regulär reflektierte gestreute Licht 13c' von einer Kante des Schaltungsmusters 29 auf einen linksseitigen Endabschnitt des Detektors 1. Die Verarbeitungsschaltung 101 verarbeitet das Signal in der nachfolgend zu beschreibenden Weise.

5

Aus der Anordnung des Lichtprojektionssystems, der Längserstreckungsrichtung jeder Kante und der Anordnung des Erfassungssystems wird ein geeigneter Bereich zum Erfassen des regulär reflektierten gestreuten Lichts vorab für den Detektor 1 bestimmt.

10

Dann wird ein derartiges Bildelement von denjenigen Bildelementen innerhalb dieses Bereichs erfaßt, die einen Intensitätswert zeigen, der nicht geringer als ein vorbestimmter Wert ist, wobei das Bildelement einen maximalen Wert zeigt. Danach wird ein Bereich von $\frac{1}{n}$ Bildelementen um das erfaßte Element als der Er-

15

fassungsbereich für regulär reflektiertes gestreutes Licht (Rauscherfassungsbereich) 1b eingerichtet und der verbleibende Bereich wird als der Signallichterfassungsbereich 1a eingerichtet. Wenn kein Bildelement besteht, das einen Intensitätswert zeigt, der nicht geringer als der vorbestimmte Wert ist, wird

20

der gesamte Bereich des Detektors 1 als der Signallichterfassungsbereich eingerichtet.

Als nächstes wird ohne Verwendung der Daten, die den Signalen von denjenigen Bildelementen entsprechen, die das regulär reflektierte gestreute Licht empfangen haben, die Schwerpunktmittenposition des Signallichts innerhalb des Signallichterfassungsbereichs 1a auf der Grundlage der Daten bestimmt, die den Signalen von denjenigen Bildelementen in diesem Bereich 1a entsprechen. Der Ausrichtungs- und Belichtungsvorgang, der anschließend zu vollziehen ist, ist gleich wie derjenige, der unter Bezugnahme auf das Ausführungsbeispiel der Fig. 8 beschrieben worden ist.

25

30

Fig. 11 ist ein Flußdiagramm, das den Vorgang der Bestimmung der Schwerpunktmittenposition zeigt, die bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel oder beim Ausführungsbeispiel der Fig. 8 zu machen ist.

35

Deutschsprachige Übersetzung der Patentansprüche
der europäischen Patentanmeldung Nr. 91 306 693.2-2208
des europäischen Patents Nr. 0 468 741

5

Patentansprüche

1. Positionserfassungsverfahren mit den Schritten
Projizieren eines Strahlungsstrahls auf ein Gittermuster (121,
221) auf einem Substrat (18), wobei ein Beugungsstrahl durch das
10 Gittermuster (121, 221) erzeugt wird und wobei ein reflektierend
gestreuter Strahl von einer Kante eines Umfangsabschnitts des
Gittermusters (121, 221) oder einer Kante eines
Umfangsabschnitts eines an das Gittermuster (121, 221)
angrenzenden anderen Musters (21) erzeugt wird, Empfangen des
15 Beugungsstrahls unter Verwendung eines Sensorfeldes (1), und
Bestimmen der Position des Substrats (18) auf der Grundlage
eines Signals von dem Sensorfeld (1),
dadurch gekennzeichnet, daß
der Beugungsstrahl und der reflektierend gestreute Strahl unter
20 einem Winkel zueinander erzeugt werden und auf das Sensorfeld
(1) im wesentlichen getrennt voneinander auftreffen; wobei
ein durch das Sensorfeld (1) erzeugte Signal verarbeitet wird,
um ein spezielles Bildelement zu bestimmen, innerhalb eines
Bereichs, auf den der reflektierend gestreute Strahl einfällt,
25 wobei das Element einen stärksten Ausgang vorsieht, und um
Ausgänge derjenigen Bildelemente auszuschließen, die innerhalb
eines vorbestimmten Bereichs um das spezielle Bildelement
liegen; und
wobei die Position des Substrats (18) auf der Grundlage des
30 durch Bildelemente außerhalb des vorbestimmten Bereichs
erzeugten Signals bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Gittermuster (121,
221) eine optische Brechkraft derart hat, daß sich die Position
35 des Einfalls des Beugungsstrahls auf das Sensorfeld (1) mit der
Position des Substrats (18) verändert.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Gittermuster (121,
221) eine Zonenplatte aufweist.

4. Ausrichtungsverfahren mit

dem Positionserfassungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zum Ausrichten des Substrats (18) mit einem anderen
5 Substrat (19), das ein Gittermuster (222) hat, wobei der Strahlungsstrahl durch das Gittermuster (221) des Substrats (18) auf das Gittermuster (222) des anderen Substrats (19) projiziert wird, wobei der Beugungsstrahl durch die Gittermuster (221, 221) erzeugt wird und die relative Ausrichtung des Substrats (18, 19)
10 auf der Grundlage des Signals bestimmt wird, das durch die Bildelemente außerhalb des vorbestimmten Bereichs erzeugt wird; und
den Schritt des relativen Bewegens der Substrate (18, 19), um diese in Ausrichtung zu bringen.

15

5. Belichtungsverfahren mit dem Ausrichtungsverfahren nach Anspruch 4, wobei das Substrat (18) eine Maske aufweist und das andere Substrat (19) einen Wafer aufweist; und den Schritt der Belichtung des Wafers mit einem Muster der Maske.

20

6. Verfahren zum Herstellen einer Halbleitervorrichtung mit dem Belichtungsverfahren nach Anspruch 5; und dem Schritt der Ausbildung einer Halbleitervorrichtung aus dem belichteten Wafer.

25

7. Positionserfassungsgerät mit

einer Projektionseinrichtung (5, 17, 23, 24, 25) zum Projizieren eines Strahlungsstrahls auf ein Gittermuster (121, 221) auf einem Substrat (18), wodurch ein Beugungsstrahl aus dem
30 Gittermuster (121, 221) erzeugt wird und wobei ein reflektierend gestreuter Strahl durch eine Kante eines Umfangsabschnitts des Gittermusters (121, 221) oder einer Kante eines Umfangsabschnitts eines an das Gittermuster (121, 221) angrenzenden anderen Musters (29) erzeugt wird;
35 einem Sensorfeld (1) zum Empfangen des Beugungsstrahls; und einer Verarbeitungseinrichtung (101) zum Bestimmen der Position des Substrats auf der Grundlage eines Signals von dem Sensorfeld (1);

dadurch gekennzeichnet, daß

der Beugungsstrahl und der reflektierend gestreute Strahl unter einem Winkel zueinander erzeugt werden und auf das Sensorfeld (1) im wesentlichen getrennt voneinander auftreffen; und

- 5 wobei die Verarbeitungseinrichtung (101) dazu betrieben wird, ein spezielles Bildelement des Sensorfelds (1) innerhalb eines Bereichs zu bestimmen, auf den der reflektierend gestreute Strahl einfällt, wobei das Element einen stärksten Ausgang vorsieht, um Ausgänge derjenigen Bildelemente auszuschließen,
10 die innerhalb eines vorbestimmten Bereichs um das spezielle Bildelement sind und um die Position des Substrats (18) auf der Grundlage des Signals zu bestimmen, das durch Bildelemente außerhalb des vorbestimmten Bereichs erzeugt wird.

- 15 8. Ausrichtungsgerät zum Ausrichten eines ersten Substrats (18), das ein Gittermuster (221) hat, mit einem zweiten Substrat (19), das ein Gittermuster (222) hat, wobei das Gerät das Positionserfassungsgerät nach Anspruch 7 aufweist, wobei die Projektionseinrichtung (5, 17, 23, 24, 25) dazu angeordnet ist,
20 den Strahlungsstrahl durch das Gittermuster (221) des ersten Substrats (18) auf das Gittermuster (222) des zweiten Substrats (19) zu projizieren, wobei der Beugungsstrahl durch die Gittermuster (221, 222) erzeugt wird und wobei die relative Ausrichtung der Substrate (18, 19) auf der Grundlage des Signals
25 bestimmt wird, das durch die Bildelemente außerhalb des vorbestimmten Bereichs erzeugt wird; und eine Ausrichtungseinrichtung (102) zum relativen Bewegen der Substrate (18, 19), um diese in Ausrichtung zu bringen.

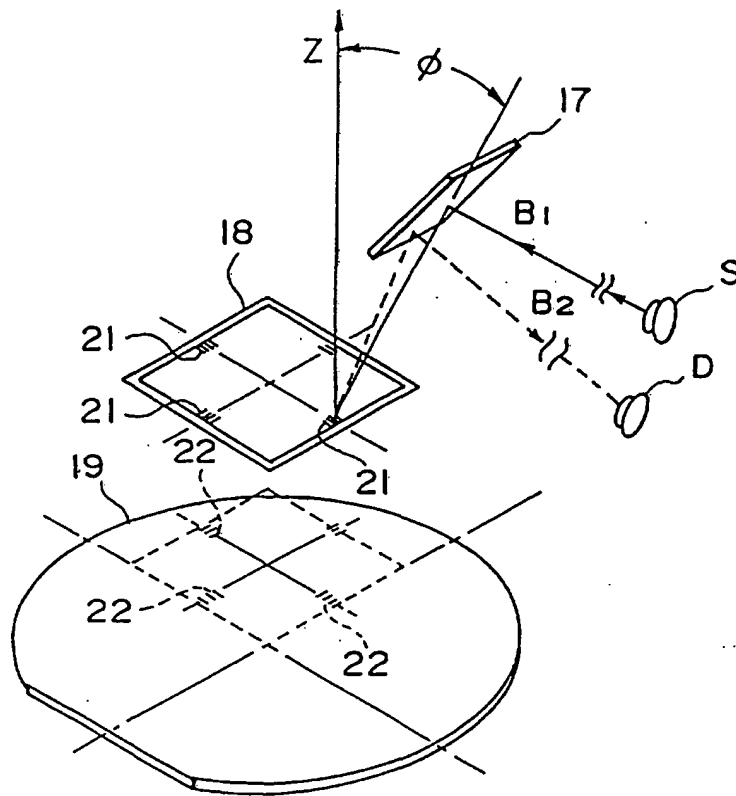


FIG. 1

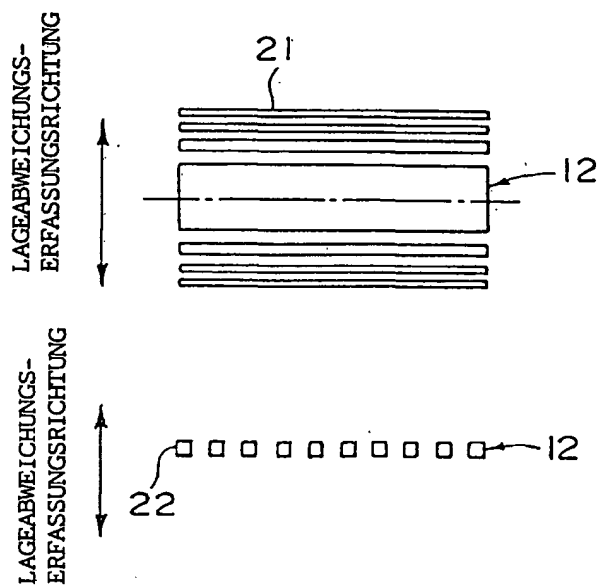


FIG. 2

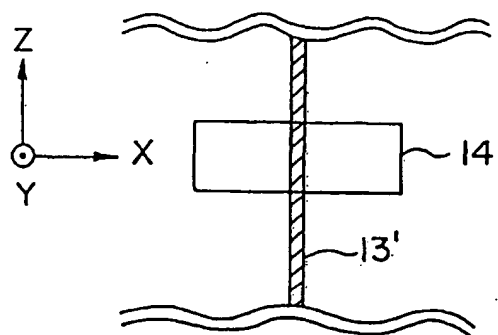


FIG. 3A

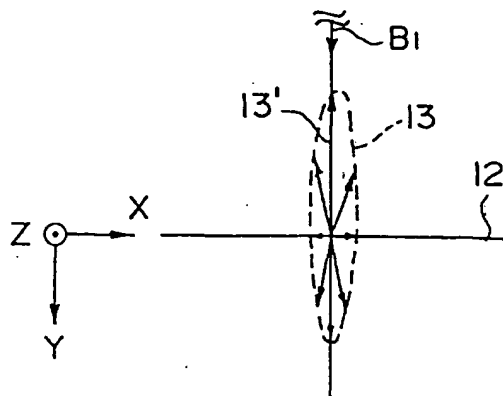
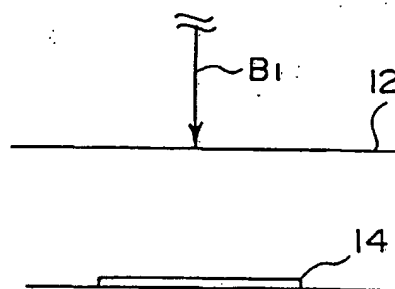


FIG. 3B

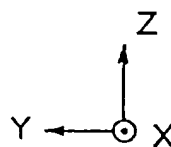
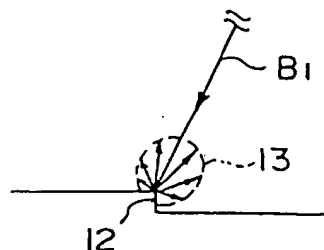


FIG. 3C



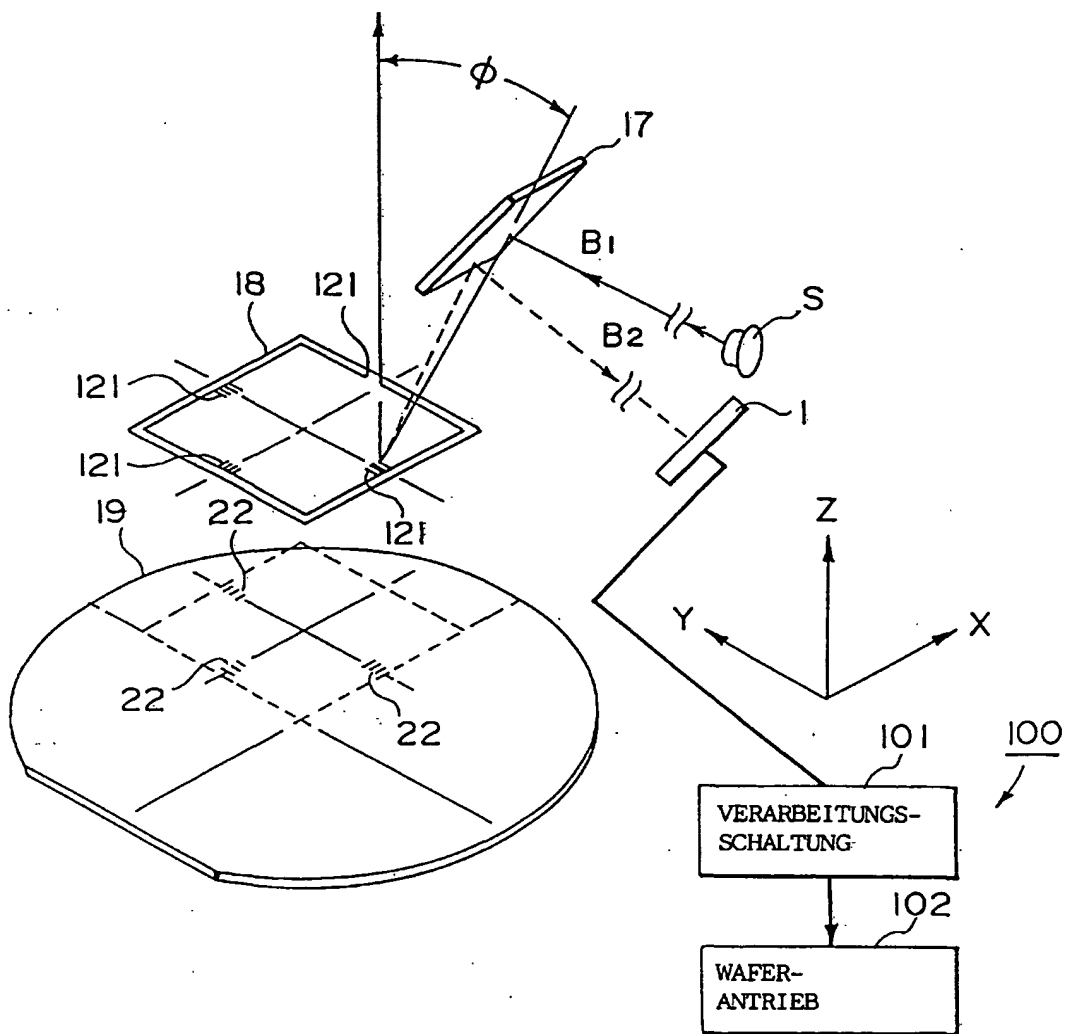


FIG. 4A

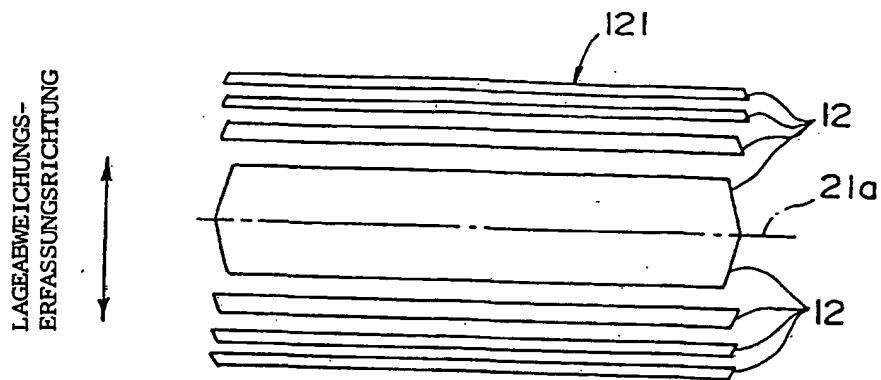


FIG. 4B

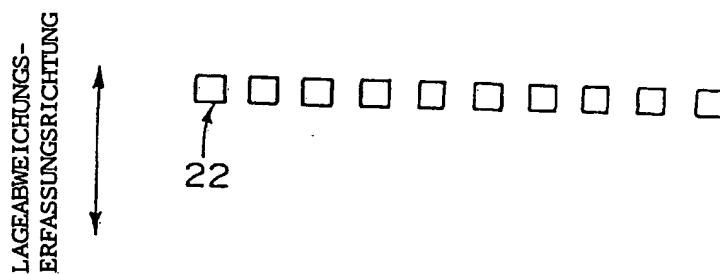


FIG. 4C

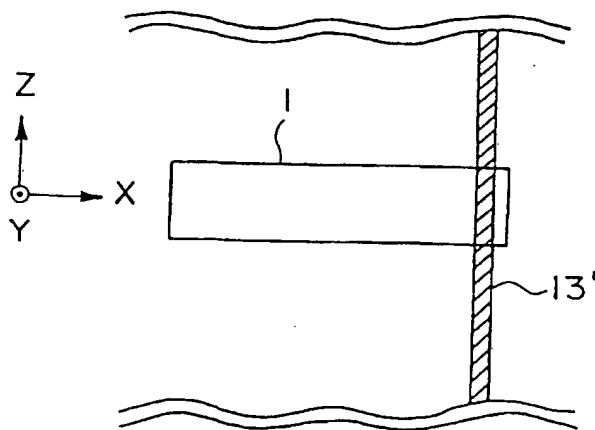


FIG. 5A

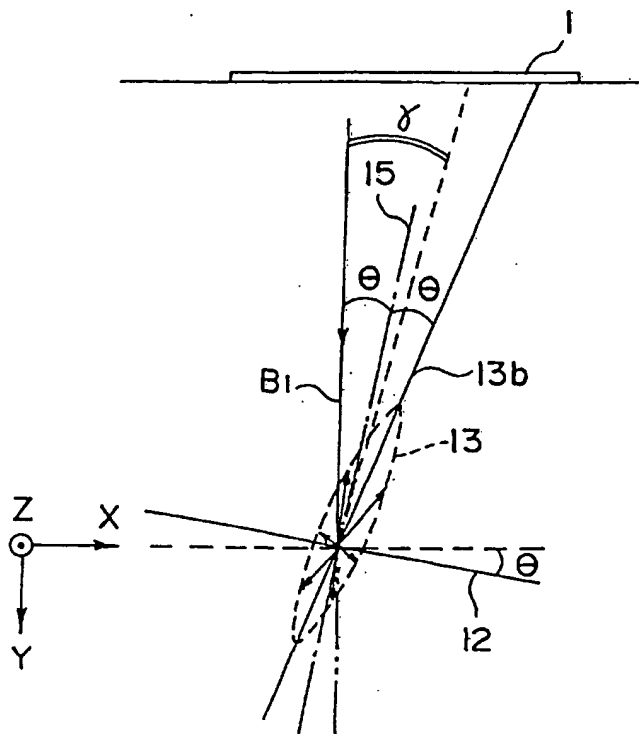


FIG. 5B

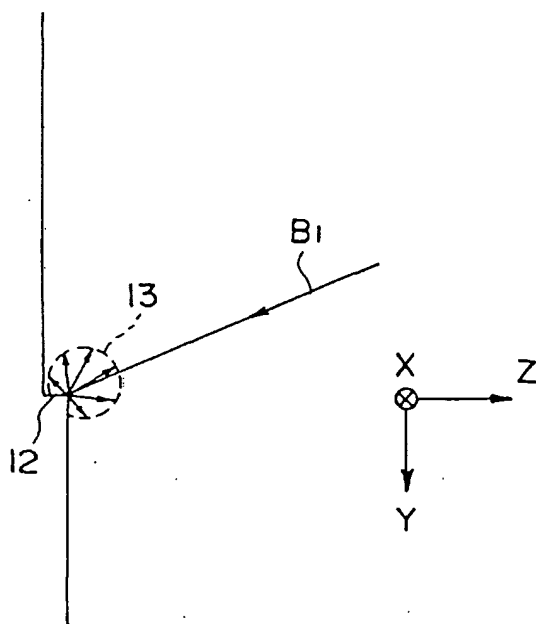
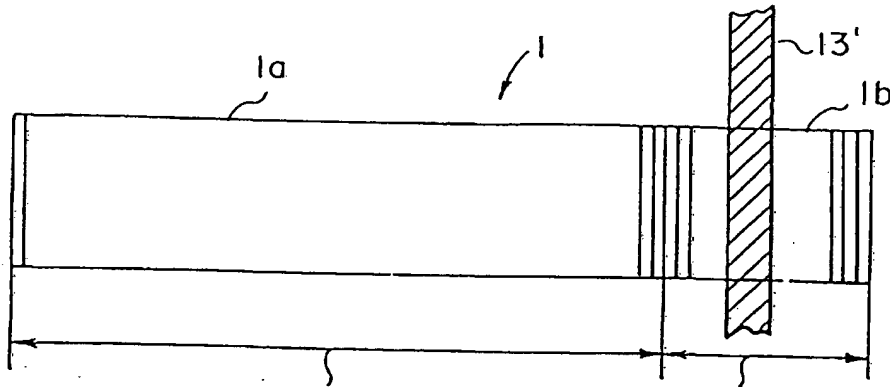


FIG. 5C



SIGNALLICHTERFASSUNGS-
BEREICH

ERFASSUNGSBEREICH
FÜR REGULAR REFLEKTIERTES
GESTREUTES LICHT

FIG. 6

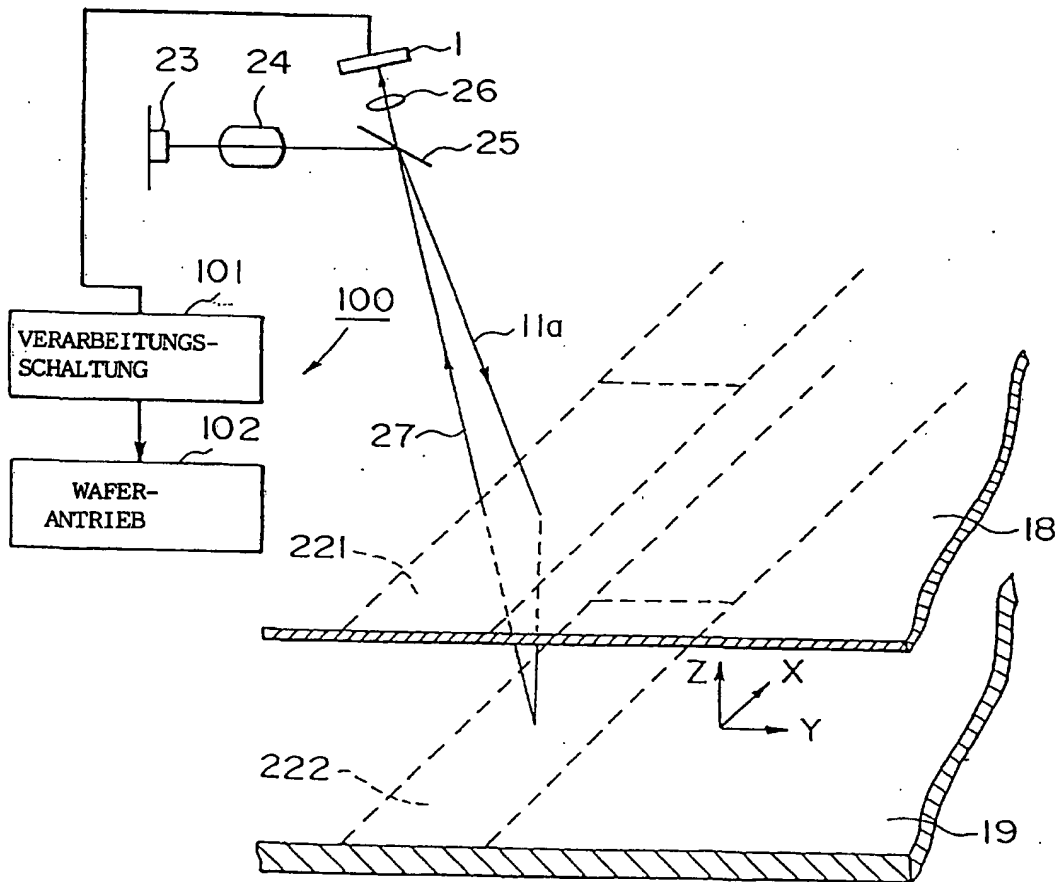


FIG. 8

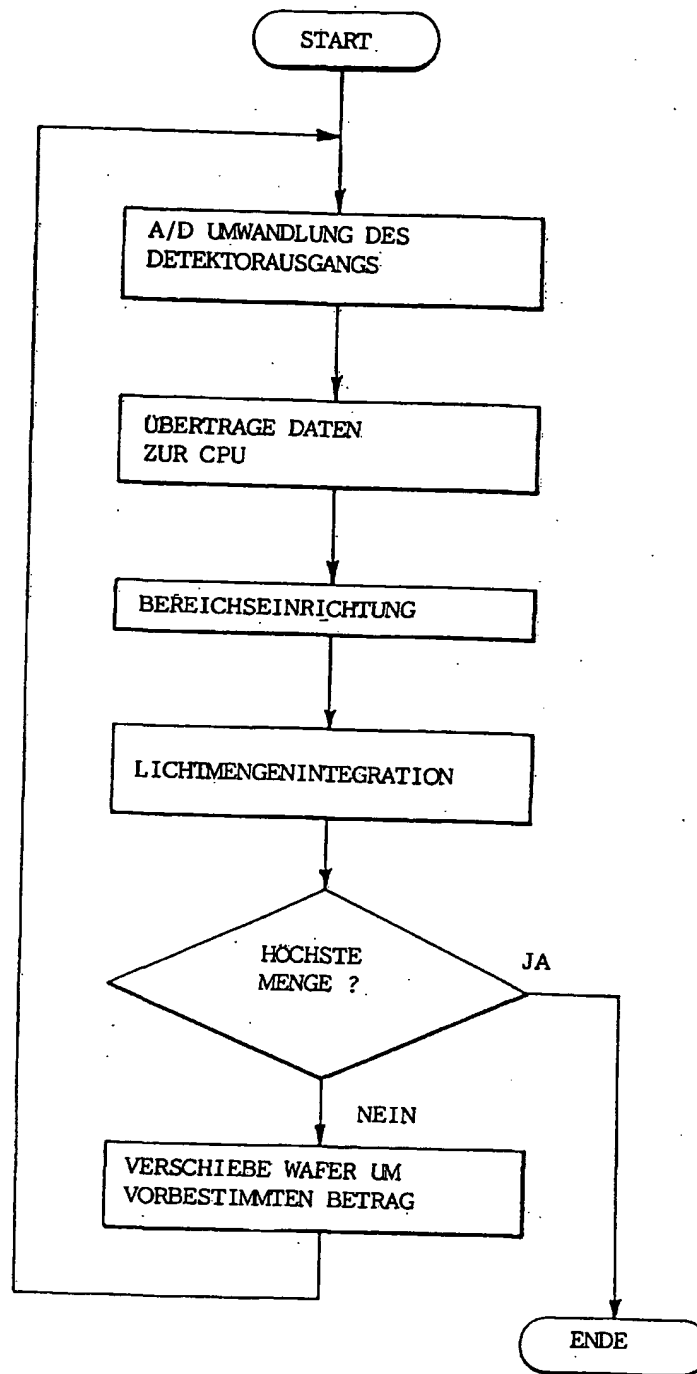


FIG. 7

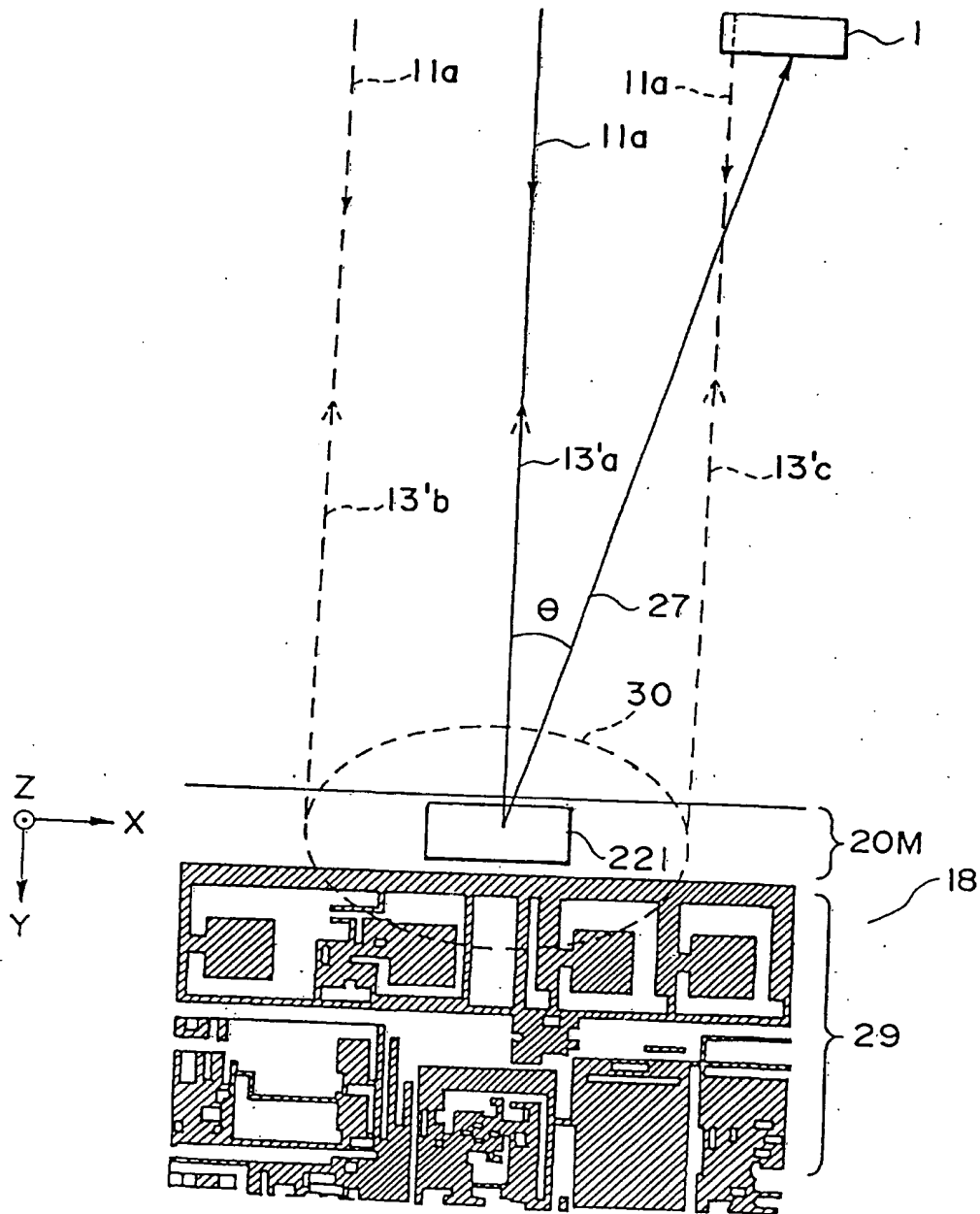


FIG. 9A

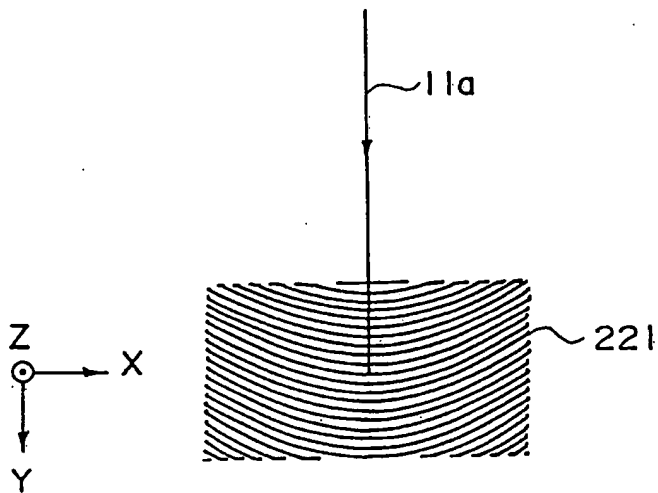


FIG. 9B

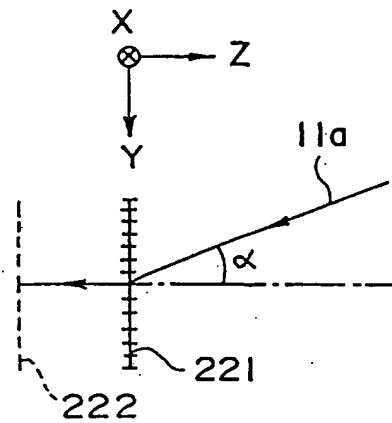


FIG. 9C

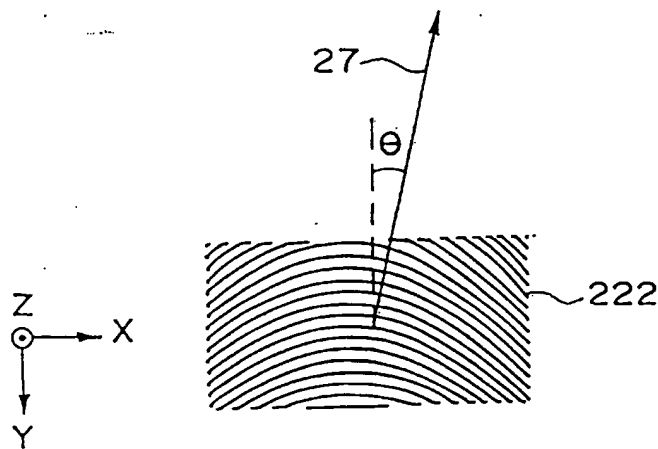


FIG. 9D

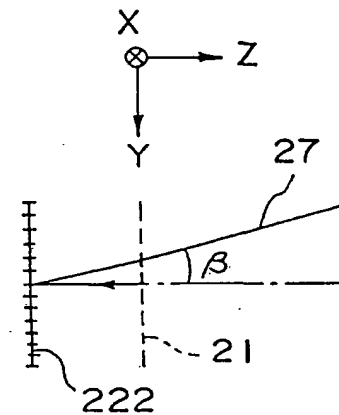


FIG. 9E

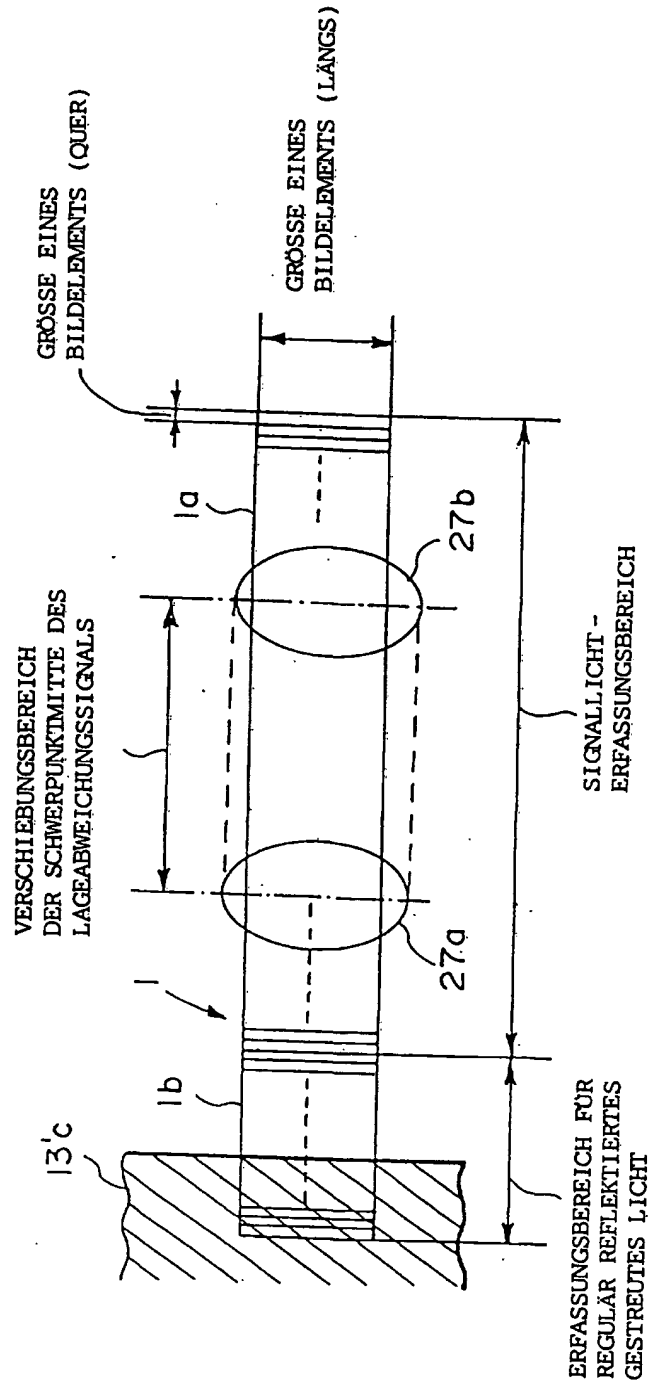


FIG. 10

13.01.98

11/11

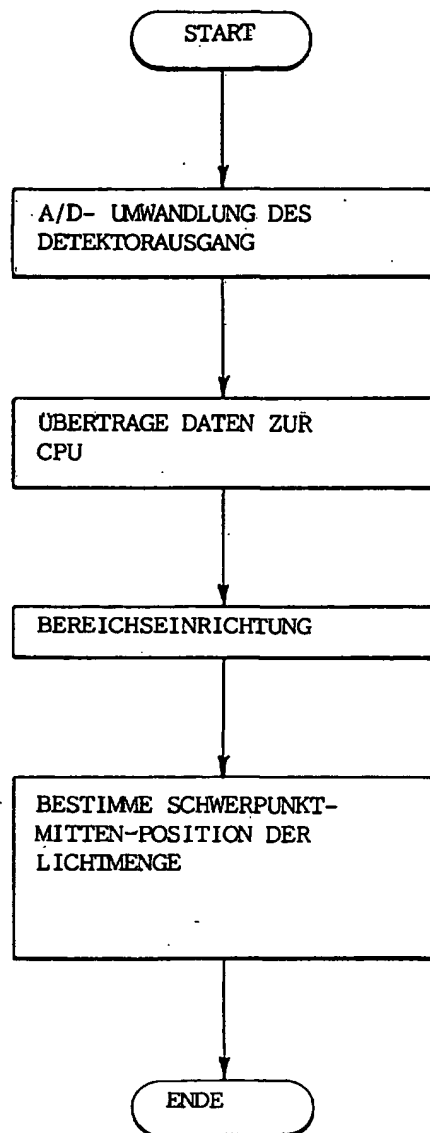


FIG. II